

Principe d'inertie

I-Effet d'une force sur un mouvement :

Une force qui s'exerce sur un corps peut modifier son mouvement, sa trajectoire ou sa vitesse.

Exemples :

- La force exercée par le pied sur un ballon a pour effet la mise en mouvement du ballon.
- Le ballon rebond sur le mur : la force exercée par le mur sur le ballon dévie la trajectoire et sa vitesse du ballon.

II-Centre d'inertie d'un corps solide :

1-système isolé et système pseudo-isolé :

1-1-Système isolé :

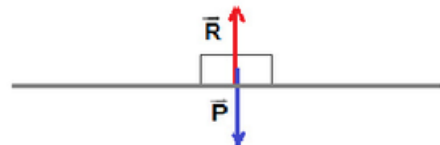
Un système est mécaniquement **isolé** s'il n'est soumis à **aucune force**.

1-2- Système pseudo-isolé :

Un système est **pseudo-isolé** si les effets des forces extérieures auxquelles il est soumis **se compensent**. C'est-à-dire la somme vectorielle des forces extérieures est nulle : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

Exemple :

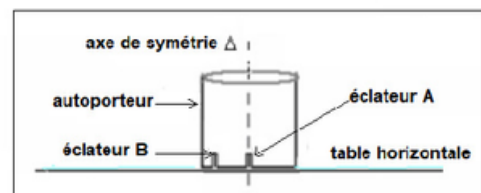
-L'autoporteur sur la table à coussin d'air horizontale (lorsque la soufflerie fonctionne) est un système isolé car il est soumis à deux forces $\vec{R}$ et $\vec{P}$ qui se compensent. $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$



2-Centre d'inertie :

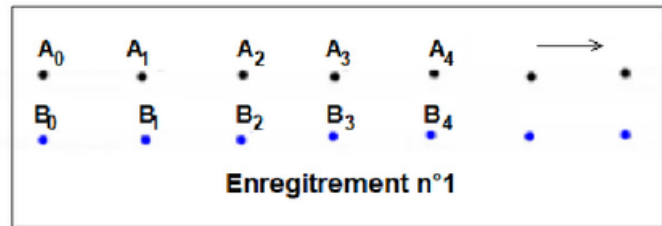
2-1-Activité expérimentale :

On utilise un autoporteur équipé de deux éclateurs le premier A fixé sur son axe de symétrie et le deuxième B est fixé en un point de sa partie inférieure.



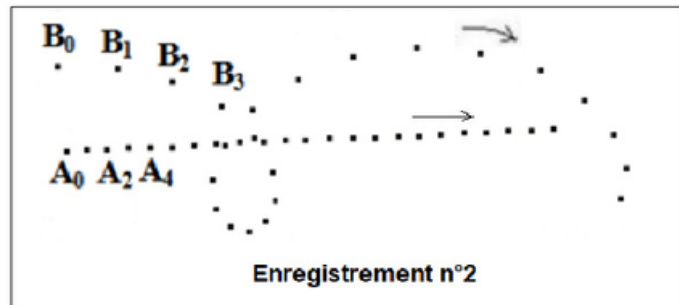
• Expérience n°1 :

On lance un autoporteur (S) sans rotation sur une table à coussin d'air horizontal et on obtient l'enregistrement 1.



• Expérience n°2 :

On lance un autoporteur (S) avec rotation sur une table à coussin d'air horizontal et on obtient l'enregistrement 2.



• Observations :

- Le point A à une trajectoire rectiligne dans les deux expériences.
- Le point B à une trajectoire rectiligne dans l'expérience n°1 et une trajectoire curviligne dans l'expérience n°2.

• Conclusion :

Le point A appartient à l'axe de symétrie de l'autoporteur (S) contient aussi le point G le centre de gravité de (S).

Le point A présente la projection orthogonale du point G ainsi le mouvement du point G est celui du point A.

2-2-Résumé :

Chaque solide a un point spécial et unique appelé centre d'inertie noté G. Lorsque ce corps est pseudo-isolé mécaniquement pour un référentiel terrestre, son point G est en mouvement rectiligne uniforme.

4-Enoncé de la loi d'inertie :

Dans un référentiel Galiléen, Le centre d'inertie G d'un système isolé (ou pseudo-isolé) est :

- ❖ Soit immobile : $\vec{v} = \vec{0}$
- ❖ Soit en mouvement rectiligne uniforme : $\vec{v} = \overrightarrow{cte}$

Remarques :

–Le principe d’inertie ne s’applique que dans un référentiel Galiléen (comme le référentiel de Copernic).

Le référentiel terrestre peut être considéré comme galiléens (pour les mouvements de courtes durée).

–Lorsqu’un système est mécaniquement isolé (ou pseudo-isolé) c’est le centre d’inertie qui est le seul point sur lequel s’applique le principe d’inertie, donc le mouvement globale d’un corps est celui de son centre d’inertie.

III–le centre d’inertie d’un système :**1–Relation barycentrique :**

Deux corps (S_1) et (S_2) de masses m_1 et m_2 et de centres d’inertie G_1 et G_2 liés entre eux, constituent un solide (S) de masse $m = m_1 + m_2$.

Ce solide (S) a un centre d’inertie G se trouvant sur le segment $[G_1G_2]$, tel que :

$$m_1 \cdot \overrightarrow{GG_1} + m_2 \cdot \overrightarrow{GG_2} = \vec{0}$$

Soit O un point quelconque de l’espace choisi comme origine, on écrit :

$$m_1 \cdot (\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OG_1}) + m_2 \cdot (\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OG_2}) = \vec{0}$$

$$m_1 \cdot \overrightarrow{OG_1} + m_2 \cdot \overrightarrow{OG_2} + (m_1 + m_2) \cdot \overrightarrow{GO} = \vec{0}$$

$$m_1 \cdot \overrightarrow{OG_1} + m_2 \cdot \overrightarrow{OG_2} = -(m_1 + m_2) \cdot \overrightarrow{GO}$$

$$m_1 \cdot \overrightarrow{OG_1} + m_2 \cdot \overrightarrow{OG_2} = (m_1 + m_2) \cdot \overrightarrow{OG}$$

$$\overrightarrow{OG} = \frac{m_1 \cdot \overrightarrow{OG_1} + m_2 \cdot \overrightarrow{OG_2}}{m_1 + m_2}$$

2–Généralisation :

Pour un solide constitué d’un ensemble de solides ; la relation barycentrique écrit :

$$\overrightarrow{OG} = \frac{\sum m_i \cdot \overrightarrow{OG_i}}{\sum m_i}$$

G : centre d’inertie du solide et m sa masse.

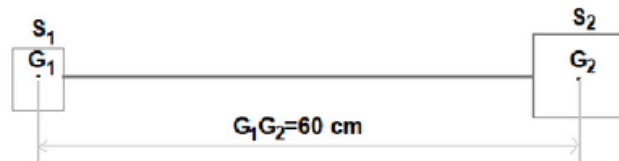
G_i : centre d’inertie du solide S_i et m_i sa masse.

Application :

On considère un système de deux corps (S_1) et (S_2) de masse respectivement m_1 et m_2 tel que $m_1 = 2m_2$.

Les deux corps sont liés par une liaison rigide de masse négligeable voir schéma.

La distance entre G_1 centre d'inertie de (S_1) et G_2 centre d'inertie de (S_2) est $G_1G_2 = 90 \text{ cm}$



-Déterminer le centre d'inertie G du système $S = \{S_1 + S_2\}$.

Solution :

On applique la relation du barycentrique pour déterminer le centre d'inertie G du système S :

$$\begin{aligned}\overrightarrow{OG} &= \frac{\sum m_i \cdot \overrightarrow{OG_i}}{\sum m_i} \\ \overrightarrow{OG} &= \frac{m_1 \cdot \overrightarrow{OG_1} + m_2 \cdot \overrightarrow{OG_2}}{m_1 + m_2} \quad (1)\end{aligned}$$

On considère la point O est confondu avec le point G_1 la relation (1) s'écrit :

$$\begin{aligned}\overrightarrow{G_1G} &= \frac{m_1 \cdot \overrightarrow{G_1G_1} + m_2 \cdot \overrightarrow{G_1G_2}}{m_1 + m_2} \\ \overrightarrow{G_1G} &= \frac{m_2 \cdot \overrightarrow{G_1G_2}}{m_1 + m_2} \\ G_1G &= \frac{m_2 \cdot G_1G_2}{m_1 + m_2} = \frac{2m_1 \cdot G_1G_2}{m_1 + 2m_1} = \frac{2 G_1G_2}{3} \\ G_1G &= \frac{2 \times 60}{3} = 40 \text{ cm}\end{aligned}$$

